

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-257518

(43)Date of publication of application : 19.09.2000

(51)Int.Cl.

F02M 31/135

(21)Application number : 11-063261

(71)Applicant : NGK SPARK PLUG CO LTD

(22)Date of filing : 10.03.1999

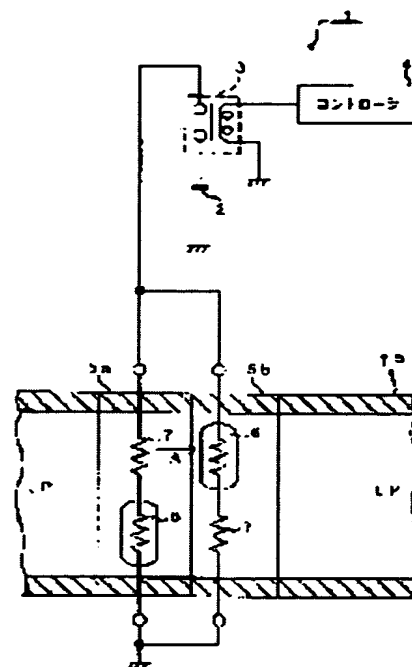
(72)Inventor : MURAMATSU SEIGO
MATSUKAWA TOMOAKI

(54) AIR HEATER FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an air heater for internal combustion engine capable of obtaining optimum heating characteristics corresponding to preheating and afterheating to prevent excessive rise of temperature and reducing power consumption and cost.

SOLUTION: This air heater for an internal combustion engine is provided with an air heater in the upstream 5a arranged on an external air side UP in an air intake passage IP of the internal combustion engine and an air heater in the downstream 5b arranged on the internal combustion engine side LP in the air intake passage IP. Both of the air heaters 5a, 5b are constituted by connecting PTC elements 6 in series for heater elements 7 consisting of heating type heat generation bodies. The PTC element 6 of the air heater on the downstream 5b is heated by heat transfer from the air heater in the upstream 5a. The heat transfer is done through constituent members of each air heater 5a, 5b and by directly blowing the intake air heated by the heater element 7 of the air heater in the upstream 5a on the PTC element 6 of the air heater in the downstream 5b.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-257518
(P2000-257518A)

(43)公開日 平成12年9月19日(2000.9.19)

(51)Int.Cl.⁷
F 0 2 M 31/135

識別記号

F I
F 0 2 M 31/12

テマコード(参考)

3 0 1 N

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平11-63261

(22)出願日 平成11年3月10日(1999.3.10)

(71)出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72)発明者 村松 誠五

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72)発明者 松川 智明

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(74)代理人 100082500

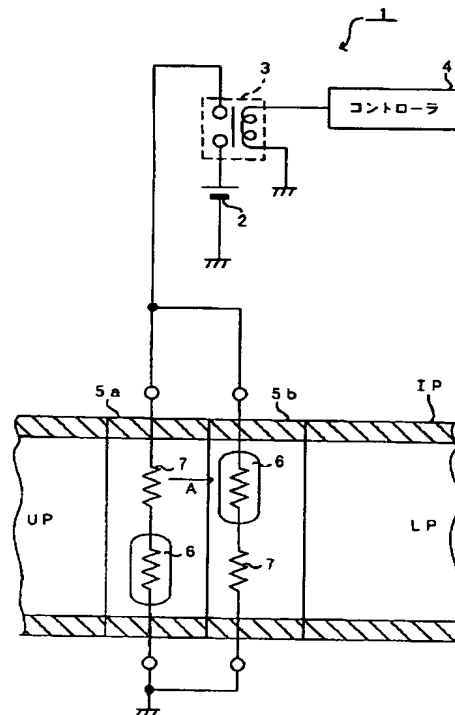
弁理士 足立 勉

(54)【発明の名称】 内燃機関用エアヒータ

(57)【要約】

【課題】プリヒートおよびアフターヒートに対応した最適な加熱特性が得られると共に、過昇温を防止した上で、低消費電力化および低コスト化が可能な内燃機関用エアヒータを提供する。

【解決手段】内燃機関の吸気通路 I P における外気側 U P に配設された上流側エアヒータ 5 a と、吸気通路 I P における内燃機関側 L P に配設された下流側エアヒータ 5 b とを備える。各エアヒータ 5 a, 5 b は共に、電熱式発熱体から成るヒータエレメント 7 に対して直列に P T C 素子 6 が接続されて構成されている。そして、上流側エアヒータ 5 a からの熱伝達により下流側エアヒータ 5 b の P T C 素子 6 が加熱されるが、その熱伝達は、各エアヒータ 5 a, 5 b の構成部材を介して行われることに加え、上流側エアヒータ 5 a のヒータエレメント 7 で加熱された吸入空気が下流側エアヒータ 5 b の P T C 素子 6 に直接当たることにより行われる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の吸気通路における外気側に配設された上流側エアヒータと、

前記吸気通路における内燃機関側に配設された下流側エアヒータとを備え、

前記上流側および下流側エアヒータは共に、電熱式発熱体から成るヒータエレメントに直列にPTC素子が接続されて構成され、

前記上流側エアヒータからの熱伝達により、前記下流側エアヒータのPTC素子が加熱される構成とされたことを特徴とする内燃機関用エアヒータ。

【請求項2】 前記上流側エアヒータのヒータエレメントで加熱された吸入空気が、前記下流側エアヒータのPTC素子に直接当たるように構成されたことを特徴とする請求項1に記載の内燃機関用エアヒータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は内燃機関用エアヒータに係り、詳しくは、内燃機関の吸気を加熱して始動を円滑にするための吸気加熱に用いられる内燃機関用エアヒータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、内燃機関は冬季などの外気温が低いときに始動が困難になる。特に、ディーゼルエンジン等の自己着火式の内燃機関においては、吸入空気の温度が低い場合、シリンダ内で圧縮した空気が着火状態に達せず、燃焼が起こりにくいことがある。そこで、従来より、吸気通路に電熱式発熱体を備えた吸気加熱用エアヒータを配置して吸気を予熱することで、内燃機関の始動を円滑にするようにした吸気加熱装置（燃焼補助装置）が種々提案されている。

【0003】本出願人も、吸気加熱装置に用いられるエアヒータとして、特開平9-245939号公報に開示される内燃機関用エアヒータを提案している。これは、電熱式発熱体から成るヒータエレメントに直列にPTC素子を接続し、該ヒータエレメントからの熱伝達によってPTC素子が加熱される構成としたものである。

【0004】ここで、PTC素子とは、ある温度に達すると抵抗値が増大するという正の温度抵抗係数を有する感熱抵抗素子である。従って、同公報に記載の内燃機関用エアヒータでは、通電が開始されてヒータエレメントの温度が上昇する際に、PTC素子の自己発熱だけでなく、ヒータエレメントからの熱伝達によってPTC素子が加熱されることから、PTC素子の温度が急激に上昇してその抵抗値が大きくなる。そのため、ヒータエレメントに流れる電流が制限され、ヒータエレメントの過昇温が抑えられる。

【0005】つまり、同公報に記載の内燃機関用エアヒータは、PTC素子を主な発熱体としては用いず、ヒータエレメントを主な発熱体として用いるため、PTC素

子のみを発熱体として用いた場合に比べて、エアヒータ全体の温度を高くして加熱効率を向上させることができる。加えて、PTC素子をヒータエレメントの過昇温を防止するための制御素子として用いるため、ヒータエレメントの過昇温を防止するための特別な制御装置を設ける必要がなく、エアヒータ全体の構成を簡略化することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】前記公報に記載の内燃機関用エアヒータは、エアクリーナと内燃機関のインテークマニホールドとを連通する吸気通路に介装され、吸気通路を流れる吸入空気を加熱する。

【0007】内燃機関の始動時には、クランキング前にある程度の時間だけ内燃機関用エアヒータに通電しておくことが一般的に行われており、これはプリヒートと呼ばれる。前記公報に記載の内燃機関用エアヒータを用いれば、プリヒートを長時間行い過ぎた場合（例えば、運転者の誤操作、制御装置の故障、通電リレー接点の溶着などが起こった場合）において、前述のように、PTC素子の温度が上昇してある温度を越えた時点からPTC素子の抵抗値が大きくなり、ヒータエレメントに流れる電流が制限されてヒータエレメントの過昇温が抑えられる。

【0008】しかし、PTC素子の抵抗値が一旦大きくなると、PTC素子に印加される電圧が高くなり、PTC素子は一定電力で発熱しようとするため、その自己発熱によりPTC素子の定温発熱状態が持続することから、強制的に冷却を行ったとしても、PTC素子の抵抗値が元通りに小さくなるにはかなりの時間がかかる。そのため、吸気通路に流れる吸入空気量が増大してヒータエレメントが冷却され、ヒータエレメントの温度が下がった後でも、PTC素子によりヒータエレメントに流れる電流が制限されることから、ヒータエレメントが再加熱されるまでに時間を要する。

【0009】従って、プリヒートを長時間行い過ぎた後にクランキングを開始する場合には、PTC素子の自己発熱によりヒータエレメントに流れる電流が制限されることから、ヒータエレメントの温度が上がりにくく、吸気が十分に加熱されないことになる。

【0010】そこで、前記公報に記載の内燃機関用エアヒータでは、プリヒート後にクランキングを行う際には、内燃機関用エアヒータへの通電を所定期間禁止するようにしている。このようにすれば、通電を禁止する所定期間中はPTC素子が自己発熱しなくなり、当該所定期間中にPTC素子が吸気によって冷却されて抵抗値が下がるため、再び通電したときにはヒータエレメントに流れる電流が制限されず、ヒータエレメントが再加熱されるまでの時間を短縮することができる。

【0011】ところで、内燃機関用エアヒータによるプリヒート後の吸気加熱はアフターヒートと呼ばれる。ア

フターヒートには、内燃機関のアイドリング時の吸気加熱と運転時の吸気加熱とがあり、アイドリング時には車載バッテリーへの負担軽減のために吸気加熱を抑え、運転時には内燃機関の回転数の増大に伴う吸入空気量の増大に対応して吸気加熱をも増大させる必要がある。

【0012】前述のように、前記公報に記載の内燃機関用エアヒータでは、内燃機関用エアヒータへの通電を所定期間禁止するという制御を行わなければ、内燃機関の運転時に吸入空気量が増大する際に、その吸入空気量の増大に素早く対応した加熱特性が得られない。しかし、この場合には、内燃機関用エアヒータへの通電を所定期間禁止するための特別な制御装置を設ける必要があり、エアヒータ全体の構成が複雑化するためコストが増大するという問題がある。

【0013】そこで、前記公報に記載の内燃機関用エアヒータで用いられるPTC素子について、最低抵抗値(R_{min})が小さく、温度上昇に対する抵抗値の増加が小さなものを使用することが考えられる。このようにすれば、内燃機関用エアヒータへの通電を所定期間禁止するという制御を行わなくても、PTC素子の自己発熱によるヒータエレメントの電流制限が抑えられるため、内燃機関の運転時において吸入空気量の増大に素早く対応した加熱特性が得られる。しかし、この場合には、アイドリング時においても、PTC素子およびヒータエレメントに流れる電流が多くなるため、アイドリング時の消費電力が増大するという問題がある。

【0014】また、前記公報に記載の内燃機関用エアヒータにおいて、内燃機関の動作状態（プリヒート時、アイドリング時、運転時）に応じて内燃機関用エアヒータの消費電力を切換制御して最適化することが考えられる。つまり、内燃機関用エアヒータの消費電力を、プリヒート時には大きく、アイドリング時には小さく、運転時には吸入空気量に対応して大きくなるように制御するわけである。このようにすれば、プリヒート時の吸気加熱を増大させて内燃機関の始動性を改善することと、アイドリング時の消費電力を低減することと、運転時には吸入空気量の増大に素早く対応した加熱特性が得られるようにすることとを全て実現することができる。しかし、この場合には、内燃機関の動作状態に応じて内燃機関用エアヒータの消費電力を切り換え制御するための特別な制御装置を設ける必要があり、エアヒータ全体の構成が複雑化するためコストが増大するという問題がある。

【0015】本発明は上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、プリヒートおよびアフターヒートに対応した最適な加熱特性が得られると共に、過昇温を防止した上で、低消費電力化および低コスト化が可能な内燃機関用エアヒータを提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段および発明の効果】かかる目的を達成するためになされた請求項1に記載の発明は、内燃機関の吸気通路における外気側に配設された上流側エアヒータと、前記吸気通路における内燃機関側に配設された下流側エアヒータとを備え、前記上流側および下流側エアヒータは共に、電熱式発熱体から成るヒータエレメントに直列にPTC素子が接続されて構成され、前記上流側エアヒータからの熱伝達により、前記下流側エアヒータのPTC素子が加熱される構成とされた内燃機関用エアヒータをその要旨とする。

【0017】従って、本発明においては、PTC素子を主な発熱体としては用いず、ヒータエレメントを主な発熱体として用いるため、PTC素子のみを発熱体として用いた場合に比べて、内燃機関用エアヒータ全体の温度を高くして加熱効率を向上させることができる。

【0018】そして、内燃機関のプリヒート時には、PTC素子をヒータエレメントの過昇温を防止するための制御素子として用いるため、ヒータエレメントの過昇温を防止するための特別な制御装置を設ける必要がなく、内燃機関用エアヒータ全体の構成を簡略化することができる。

【0019】次に、内燃機関のアイドリング時には、吸入空気により両エアヒータが冷却されるため、両エアヒータの温度が下がる。このとき、上流側エアヒータのヒータエレメントからの熱伝達により下流側エアヒータのPTC素子が加熱されるため、上流側エアヒータの温度よりも下流側エアヒータの温度の方が高くなる。この状態が一定時間続くと、下流側エアヒータのPTC素子の温度が急激に上昇し、下流側エアヒータのPTC素子の抵抗値が大きくなり、下流側エアヒータのヒータエレメントに流れる電流が制限されて小さくなることから、両ヒータに流れる電流の総和は急激に減少し、各エアヒータの消費電力の総和も減少する。その結果、下流側エアヒータの温度も急激に減少する。一方、上流側エアヒータに流れる電流は変化せず、上流側エアヒータの温度も変化しない。

【0020】続いて、内燃機関の運転時には、増大した吸入空気により上流側エアヒータが大きく冷却されるため、上流側エアヒータの温度が下がる。すると、上流側エアヒータのヒータエレメントで加熱された吸入空気の温度も下がるため、その吸入空気の温度低下に伴って下流側エアヒータのPTC素子の温度も低下する。そのため、下流側エアヒータのPTC素子の抵抗値が小さくなり、下流側エアヒータのヒータエレメントに流れる電流の制限が解除されて大きくなることから、両ヒータに流れる電流の総和は急激に増大し、各エアヒータの消費電力の総和も増大する。その結果、下流側エアヒータの温度も増大し、上流側エアヒータの温度よりも下流側エアヒータの温度の方が高くなる。

【0021】従って、プリヒート時には、ヒータエレメ

ントの過昇温を防止した上で、消費電力を大きくして内燃機関の始動性を改善することができる。また、アイドリング時の消費電力を低減することができる。そして、運転時には吸入空気量の増大に素早く対応して消費電力を増大させることにより優れた加熱特性を得ることができる。加えて、このような内燃機関の動作状態（プリヒート時、アイドリング時、運転時）に応じた各エアヒータの消費電力の最適化に際して、特別な制御装置を設ける必要がないため、各エアヒータそれぞれの構成が複雑化することがなく、内燃機関用エアヒータ全体の低コスト化を図ることができる。

【0022】尚、内燃機関の動作状態（プリヒート時、アイドリング時、運転時）に応じて各エアヒータの消費電力を最適化するには、各エアヒータにおけるPTC素子およびヒータエレメントの抵抗値を適宜設定すればよい。次に、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の内燃機関用エアヒータにおいて、前記上流側エアヒータのヒータエレメントで加熱された吸入空気が、前記下流側エアヒータのPTC素子に直接当たるように構成されたことをその要旨とする。

【0023】従って、本発明によれば、下流側エアヒータのPTC素子に対して上流側エアヒータのヒータエレメントで加熱された吸入空気が直接当たるため、上流側エアヒータからの熱伝達により前記下流側エアヒータのPTC素子が効率よく加熱され、請求項1に記載の発明の効果をより確実に得ることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体化した各実施形態を図面と共に説明する。尚、各実施形態において、同じ構成部材については符号を等しくしてその詳細な説明は省略する。

【0025】（第1実施形態）以下、本発明を具体化した第1実施形態を図面と共に説明する。図1は、本第1実施形態の内燃機関用エアヒータシステム1の構成を示す構成図である。

【0026】内燃機関用エアヒータシステム1は、車載バッテリー2、電磁式リレー3、コントローラ4、吸気加熱用エアヒータ5a、5bから構成されている。同一構成の各吸気加熱用エアヒータ5a、5bは積層一体化され、エアクリーナと内燃機関のインテークマニホールドとを連通する吸気通路IPに介装されて、吸気通路IPを流れる吸入空気を加熱するようになっている。ここで、エアヒータ5aは吸気通路IPの外気側であるエアクリーナ側（以下、上流側という）UPに配設され、エアヒータ5bは吸気通路IPの内燃機関側であるインテークマニホールド側（以下、下流側という）LPに配設されている。

【0027】各エアヒータ5a、5bは、PTC素子6と、電熱式発熱体から成るヒータエレメント7とが電気的に直列接続されて構成されている。そして、各エアヒ

ータ5a、5bは電気的に並列接続されている。尚、エアヒータ5aのヒータエレメント7とエアヒータ5bのPTC素子6とは、吸気通路IPの通路方向に直列配置されている。そのため、矢印Aに示すように、上流側UPに配設されたエアヒータ（以下、上流側エアヒータという）5aのヒータエレメント7で加熱された吸入空気が、下流側LPに配設されたエアヒータ（以下、下流側エアヒータという）5bのPTC素子6に直接当たるようになっている。

【0028】車載バッテリー2のプラス・マイナス両端子間には、電磁式リレー3と並列接続された各エアヒータ5a、5bとが直列接続されている。電磁式リレー3のオンオフはコントローラ4によって制御される。内燃機関の始動を円滑にするには、各エアヒータ5a、5bの発熱量を大きくする必要があるが、そのためには、各ヒータエレメント7の抵抗値を小さくして各エアヒータ5a、5bの消費電力を大きくしなければならない。しかし、ヒータエレメント7の抵抗値を小さくすると、プリヒート時にヒータエレメント7が急激に昇温するため耐久性が低下しやすくなる。そこで、コントローラ4によって電磁式リレー3をオンオフ制御することにより、各エアヒータ5a、5bの通電を制御して、ヒータエレメント7が所定温度（例えば、900℃）以上にならないようにしている。尚、電磁式リレー3を用いたエアヒータ5a、5bの制御方法については、前記公報（特開平9-245939号）の実施例3に詳述されているため、ここでは説明を省略する。

【0029】図2（a）は各エアヒータ5a、5bの平面図であり、図2（b）は各エアヒータ5a、5bを積層一体化した状態を示す正面図である。エアヒータ5a、5bは、アルミニウム合金ダイキャストで形成された矩形状の外枠11と、その外枠11の内側にさし渡された隔壁12とを備えている。外枠11と隔壁12とで囲まれる2つの矩形状の孔部13a、13bは、前記の吸気通路IPと連通されてその一部を構成する。外枠11の四隅には締結用孔11aが開孔され、この締結用孔11aに挿通したボルト（図示略）により、各エアヒータ5a、5bは積層一体化されると共に、エアクリーナまたはインテークマニホールドと接続されて内燃機関に取り付けられる。

【0030】孔部13aにはヒータエレメント7が配置され、孔部13bにはPTC素子6が配置されている。エアヒータ5aに対してエアヒータ5bは180°回転した位置に取り付けられている。そのため、前述のように、上流側エアヒータ5aのヒータエレメント7と下流側エアヒータ5bのPTC素子6とが、吸気通路IPの通路方向に直列配置されることになる。

【0031】PTC素子6は、適宜な組成のセラミック焼結体（例えば、チタン酸バリウム（BaTiO₃）系焼結体など）から成る厚さ約1mmの板状物により形成

されている。PTC素子6の両側には、電気抵抗が小さな適宜な金属（例えば、黄銅、銅、アルミニウムなど）から成る保持電極14が配置されている。保持電極14の外側には放熱フィン15が配置されている。放熱フィン15は、比熱が小さな適宜な金属（例えば、黄銅、銅、アルミニウムなど）から成る薄板状の帯により形成され、その薄板状の帯は連続して湾曲される蛇行形状を成しているため、吸入空気との接触面積が大きく、吸入空気の流通方向の投影面積が小さくなっている。

【0032】放熱フィン15を形成する薄板状帯の湾曲部は、適宜な絶縁材料（例えば、アルミナ、ジルコニア、ステアタイトなどの各種セラミックスなど）から成るインシュレータ16bに埋め込まれている。インシュレータ16bは金属ブラケット18bに嵌入されている。尚、インシュレータ16bをPPS等の樹脂材料で形成すれば、金属ブラケット18bを省くことができる。

【0033】ヒータエレメント7は、適宜な材質の電熱式発熱体（例えば、鉄クロム合金、ステンレス鋼など）から成る薄板状の帯により形成され、その薄板状の帯は連続して湾曲される蛇行形状を成しているため、吸入空気との接触面積が大きく、吸入空気の流通方向の投影面積が小さくなっている。このような構成のヒータエレメントは一般にリボンヒータと呼ばれる。

【0034】ヒータエレメント7を形成する薄板状帯の湾曲部はインシュレータ16aに埋め込まれている。インシュレータ16aは、ウェーブばね17を介して金属ブラケット18aに嵌入されている。そのため、ヒータエレメント7はウェーブばね17により中心方向に付勢され、内燃機関の運転時に生じる振動が抑制されている。

【0035】外枠11の両側には、PTC素子6の両端子19a、19bと、ヒータエレメント7の両端子20a、20bとが、それぞれ絶縁板21を介して貫設されている。各端子19a、19bはそれぞれ保持電極14に接続され、各端子20a、20bはヒータエレメント7を形成する薄板状帯に接続されている。

【0036】そして、各端子19a、20aがショートプレート22により電氣的に接続されることにより、PTC素子6とヒータエレメント7とは電氣的に直列接続される。各端子19a、20aにはカバー23が取り付けられている。また、上流側エアヒータ5aの端子19bと下流側エアヒータ5bの端子20bとを車載バッテリー2のプラス端子側に接続すると共に、上流側エアヒータ5aの端子20bと下流側エアヒータ5bの端子19bとを車載バッテリー2のマイナス端子側に接続することにより、各エアヒータ5a、5bは電氣的に並列接続される。

【0037】次に、上記のように構成された内燃機関用エアヒータシステム1の作用・効果について説明する。

図3は、内燃機関用エアヒータシステム1の作用・効果を確認するために行った実験結果を示す特性図である。

【0038】図3の横軸には、コントローラ4により電磁リレー3をオンさせてからの経過時間を示す。そして、実験用のブロアを用いて吸気通路IPへの送風を行い、各エアヒータ5a、5bの温度と、車載バッテリー2から各エアヒータ5a、5bへ供給される電流の和（以下、総ヒータ電流という）とについて測定した。

【0039】ここで、電磁リレー3をオンさせた時点（時刻T0）から時刻T1（30秒後）までは吸気通路IPへの送風を行わず、時刻T1から時刻T2（時刻T0から約570秒後）までは送風量を1000L/minとし、時刻T2以降は送風量を2000L/minとした。

【0040】つまり、時刻T0～T1の間は内燃機関のプリヒート状態に相当し、時刻T1以降は内燃機関のアフターヒート状態に相当する、そして、時刻T1～T2の間は内燃機関のアイドリング状態に相当し、時刻T2以降は内燃機関の運転状態に相当する。

【0041】時刻T0～T1のプリヒート状態では、各エアヒータ5a、5bの温度上昇は同じであり、前記公報（特開平9-245939号）に記載の内燃機関用エアヒータと同様の作用・効果が得られる。すなわち、各エアヒータ5a、5bにおいて、ヒータエレメント7の温度が上昇する際に、PTC素子6の自己発熱だけでなく、ヒータエレメント7から各部材（11、12、14～18b）を介した熱伝達によってPTC素子6が加熱されることから、PTC素子6の温度が急激に上昇してその抵抗値が大きくなる。そのため、ヒータエレメント7に流れる電流が制限され、ヒータエレメント7の過昇温が抑えられる。つまり、PTC素子6を主な発熱体としては用いず、ヒータエレメント7を主な発熱体として用いるため、PTC素子6のみを発熱体として用いた場合に比べて、各エアヒータ5a、5b全体の温度を高くして加熱効率を向上させることができる。加えて、PTC素子6をヒータエレメント7の過昇温を防止するための制御素子として用いるため、ヒータエレメント7の過昇温を防止するための特別な制御装置を設ける必要がなく、各エアヒータ5a、5bそれぞれの全体構成を簡略化することができる。

【0042】その後、時刻T1において、アイドリング状態に移行して送風量が1000L/minになると、その送風（吸入空気）により各エアヒータ5a、5bが冷却されるため、各エアヒータ5a、5bの温度が下がる。このとき、上流側エアヒータ5aのヒータエレメント7で加熱された吸入空気が、下流側エアヒータ5bのPTC素子6に直接当たる。加えて、上流側エアヒータ5aのPTC素子6およびヒータエレメント7から、各エアヒータ5a、5bの各部材（11、12、14～18b）を介した熱伝達により、下流側エアヒータ5bが

加熱される。そのため、上流側エアヒータ5aの温度よりも下流側エアヒータ5bの温度の方が高くなる。

【0043】そして、上流側エアヒータ5aのヒータエレメント7で加熱された吸入空気が、下流側エアヒータ5bのPTC素子6に直接当たる状態が続く。加えて、上流側エアヒータ5aのPTC素子6およびヒータエレメント7から、各エアヒータ5a、5bの各部材(11, 12, 14~18b)を介した熱伝達により、下流側エアヒータ5bのPTC素子6が加熱される状態が続く。

【0044】そのため、時刻Ta(時刻T0から約300秒後)になると、下流側エアヒータ5bのPTC素子6の温度が急激に上昇する。従って、下流側エアヒータ5bのPTC素子6の抵抗値が大きくなり、下流側エアヒータ5bのヒータエレメント7に流れる電流が制限されて小さくなることから、総ヒータ電流は急激に減少する。その結果、下流側エアヒータ5bの温度も急激に減少する。一方、上流側エアヒータ5aに流れる電流は変化せず、上流側エアヒータ5aの温度も変化しない。

【0045】その後、時刻T2において、運転状態に移行して送風量が2000L/minになると、その増大した送風(吸入空気)により上流側エアヒータ5aが大きく冷却されるため、上流側エアヒータ5aの温度が下がる。すると、上流側エアヒータ5aのヒータエレメント7で加熱された吸入空気の温度も下がるため、その吸入空気の温度低下に伴って下流側エアヒータ5bのPTC素子6の温度も低下する。そのため、下流側エアヒータ5bのPTC素子6の抵抗値が小さくなり、下流側エアヒータ5bのヒータエレメント7に流れる電流の制限が解除されて大きくなることから、総ヒータ電流は急激に増大する。その結果、下流側エアヒータ5bの温度も増大し、時刻T1~Taの期間と同様に、上流側エアヒータ5aの温度よりも下流側エアヒータ5bの温度の方が高くなる。

【0046】以上詳述したように、本第1実施形態の内燃機関用エアヒータシステム1によれば、プリヒート時において、前記公報(特開平9-245939号)に記載の内燃機関用エアヒータと同様の作用・効果が得られる。また、アイドリング時において、下流側エアヒータ5bに流れる電流が制限されて小さくなり、その分だけ総ヒータ電流も小さくなるため、各エアヒータ5a、5bの消費電力の総和を小さくすることができる。そして、運転時において、下流側エアヒータ5bに流れる電流の制限が解除されて大きくなり、その分だけ総ヒータ電流も大きくなるため、各エアヒータ5a、5bの消費電力の総和を大きくすることができる。

【0047】従って、プリヒート時には、ヒータエレメント7の過昇温を防止した上で、消費電力を大きくして内燃機関の始動性を改善することができる。また、アイドリング時の消費電力を低減することができる。そし

て、運転時には吸入空気量の増大に素早く対応して消費電力を増大させることにより優れた加熱特性を得ることができる。加えて、このような内燃機関の動作状態(プリヒート時、アイドリング時、運転時)に応じた各エアヒータ5a、5bの消費電力の最適化に際して、特別な制御装置を設ける必要がないため、各エアヒータ5a、5bそれぞれの構成が複雑化することがなく、内燃機関用エアヒータシステム1の低コスト化を図ることができる。

10 【0048】ここで、内燃機関の動作状態(プリヒート時、アイドリング時、運転時)に応じて各エアヒータ5a、5bの消費電力を最適化するには、各エアヒータ5a、5bにおけるPTC素子6およびヒータエレメント7の抵抗値を適宜設定すればよい。

【0049】但し、PTC素子6自体の発熱によってPTC素子6の温度が上昇してしまう状態では、ヒータエレメント7の温度によってヒータエレメント7の電流を制限する作用に誤差が生じるため、PTC素子6およびヒータエレメント7の抵抗値の設定方法については、前記公報(特開平9-245939号)の実施例1に詳述された方法を採用する必要がある。

20 【0050】(第2実施形態)次に、本発明を具体化した第2実施形態を図面と共に説明する。図4は、本第2実施形態の内燃機関用エアヒータシステム31の構成を示す構成図である。

【0051】内燃機関用エアヒータシステム31において、第1実施形態の内燃機関用エアヒータシステム1と異なるのは、上流側エアヒータ5aのヒータエレメント7と下流側エアヒータ5bのPTC素子6とが吸気通路IPに直列に配置されておらず、上流側エアヒータ5aのPTC素子6と下流側エアヒータ5bのPTC素子6とが吸気通路IPに直列に配置されている点にある。

30 【0052】そのため、本第2実施形態では、上流側エアヒータ5aのヒータエレメント7で加熱された吸入空気が下流側エアヒータ5bのPTC素子6に直接には当たらない。しかし、上流側エアヒータ5aのPTC素子6で加熱された吸入空気は下流側エアヒータ5bのPTC素子6に直接当たる上に、上流側エアヒータ5aのヒータエレメント7で加熱された吸入空気も若干ではあるが下流側エアヒータ5bのPTC素子6に当たる。加えて、上流側エアヒータ5aのPTC素子6およびヒータエレメント7から、各エアヒータ5a、5bの各部材(11, 12, 14~18b)を介した熱伝達により、下流側エアヒータ5bのPTC素子6が加熱されることには変わりない。

【0053】従って、本第2実施形態においても、第1実施形態よりは若干劣るもののほぼ同様の作用・効果を得ることができる。

(第3実施形態)次に、本発明を具体化した第3実施形態を図面と共に説明する。

【0054】図5は、本第3実施形態の内燃機関用エアヒータシステム41の構成を示す構成図である。内燃機関用エアヒータシステム41において、第1実施形態の内燃機関用エアヒータシステム1と異なるのは、以下の点である。

【0055】(1) 各エアヒータ5a, 5bは、PTC素子6の両端にヒータエレメント6が直列に接続されて構成されている。

(2) 上流側エアヒータ5aのヒータエレメント7と下流側エアヒータ5bのPTC素子6とが吸気通路IPに直列に配置されておらず、上流側エアヒータ5aのPTC素子6と下流側エアヒータ5bのPTC素子6とが吸気通路IPに直列に配置されている。

【0056】図6(a)は、本第3実施形態における各エアヒータ5a, 5bの平面図である。図6(b)は、本第3実施形態における各エアヒータ5a, 5bを積層一体化した状態を示す正面図である。このように、本第3実施形態によれば、第2実施形態と同様の作用・効果が得られることに加えて、PTC素子6の両端にヒータエレメント6が直列に接続されて各エアヒータ5a, 5bが構成されているため、各エアヒータ5a, 5bをコンパクト化した上で加熱効率を高めることができる。

【0057】(第4実施形態) 次に、本発明を具体化した第4実施形態を図面と共に説明する。図7は、本第4実施形態の内燃機関用エアヒータシステム51の構成を示す構成図である。

【0058】内燃機関用エアヒータシステム51において、第1実施形態の内燃機関用エアヒータシステム1と異なるのは、各エアヒータ5a, 5bにおけるPTC素子6とヒータエレメント7とが吸気通路IPの通路方向に直列配置されている点にある。

【0059】図8(a)は、本第4実施形態における各エアヒータ5a, 5bの平面図である。図8(b)は、本第4実施形態における各エアヒータ5a, 5bの底面図である。図8(c)は、本第4実施形態における各エアヒータ5a, 5bの正面図である。

【0060】各エアヒータ5a, 5bにおいて、PTC素子6とヒータエレメント7とは積層されている。そのため、第1～第3実施形態のようにPTC素子6とヒータエレメント7とを平面上に並べて配置する場合に比べて、本第4実施形態では吸気通路IPの断面積を小さくすることができる。

【0061】このように、本第4実施形態では、図7の矢印Bに示すように、各エアヒータ5a, 5bにおいて、PTC素子6で加熱された吸入空気がヒータエレメント7に直接当たるようになっている。また、図7の矢印Aに示すように、上流側エアヒータ5aのヒータエレメント7で加熱された吸入空気が、下流側エアヒータ5bのPTC素子6に直接当たるようになっている。従って、本第4実施形態によれば、第1実施形態と同様の作

用・効果を得られることに加えて、吸気通路IPの断面積が小さくなるため、エアヒータ5a, 5b全体をコンパクト化することができる。

【0062】図9は、本第4実施形態の変形例である内燃機関用エアヒータシステム61の構成を示す構成図である。内燃機関用エアヒータシステム61において、内燃機関用エアヒータシステム51と異なるのは、下流側エアヒータ5bのPTC素子6とヒータエレメント7との接続が逆になっている点である。つまり、本第4実施形態では、各エアヒータ5a, 5bにおいて、PTC素子6とヒータエレメント7との接続を逆にしても作用・効果にはほとんど差異がない。従って、各内燃機関用エアヒータシステム51, 61において、各エアヒータ5a, 5bのPTC素子6とヒータエレメント7との接続を共に逆にしてもよい。

【0063】尚、本発明は上記各実施形態に限定されるものではなく、以下のように変更してもよく、その場合でも、上記各実施形態と同様もしくはそれ以上の作用・効果を得ることができる。

(1) 同一構成の各エアヒータ5a, 5bを組み立てて積層一体化するのではなく、各エアヒータ5a, 5bの外枠11を一体物とすることにより、各エアヒータ5a, 5bを最初から一体物として形成してもよい。

【0064】(2) 各エアヒータ5a, 5bにおいて、PTC素子6とヒータエレメント7との配置関係は、吸気通路IPの形状、吸入空気の流速、インシュレータや電極などの熱特性により決定されるため、前記各実施形態の位置関係に限定されるものではなく適宜変更を加えてもよい。

【0065】(3) 上記各実施形態における電流の方向については限定されるものではなく、車載バッテリー2のプラス・マイナスの接続を逆にするることにより、各エアヒータ5a, 5bに流れる電流の向きを逆にしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を具体化した第1実施形態の構成を説明するための構成図。

【図2】図2(a)は第1実施形態の内燃機関用エアヒータの平面図。図2(b)は第1実施形態の内燃機関用エアヒータの正面図。

【図3】本発明を具体化した各実施形態の作用・効果を説明するための特性図。

【図4】本発明を具体化した第2実施形態の構成を説明するための構成図。

【図5】本発明を具体化した第3実施形態の構成を説明するための構成図。

【図6】図6(a)は第3実施形態の内燃機関用エアヒータの平面図。図6(b)は第3実施形態の内燃機関用エアヒータの正面図。

【図7】本発明を具体化した第4実施形態の構成を説明

するための構成図。

【図8】図8(a)は第4実施形態の内燃機関用エアヒータの平面図。図8(b)は第4実施形態の内燃機関用エアヒータの底面図。図8(c)は第4実施形態の内燃機関用エアヒータの正面図。

【図9】第4実施形態の変形例の構成を説明するための

構成図。

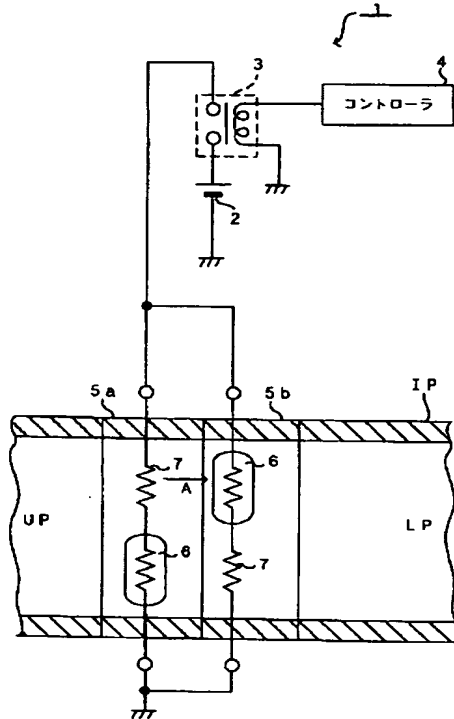
【符号の説明】

5a…上流側エアヒータ 5b…下流側エアヒータ

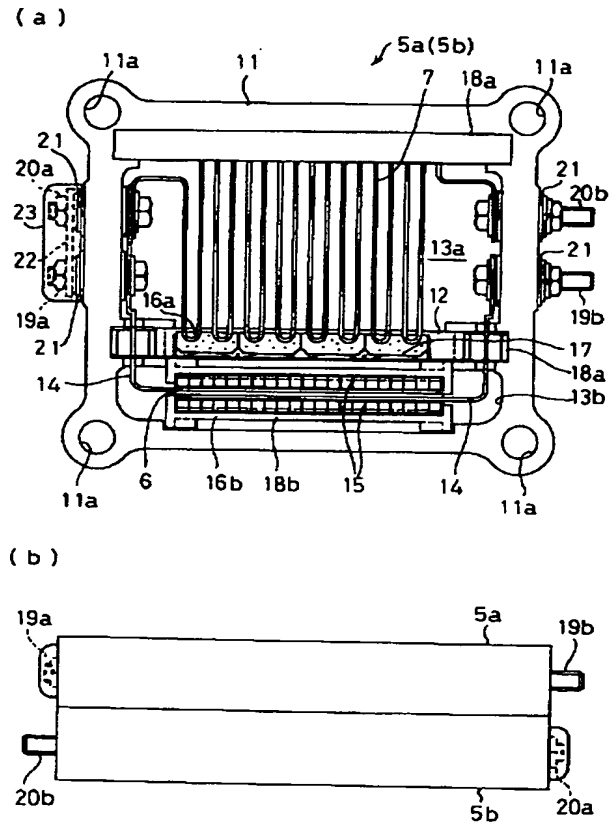
6…PTC素子

7…ヒータエレメント IP…吸気通路

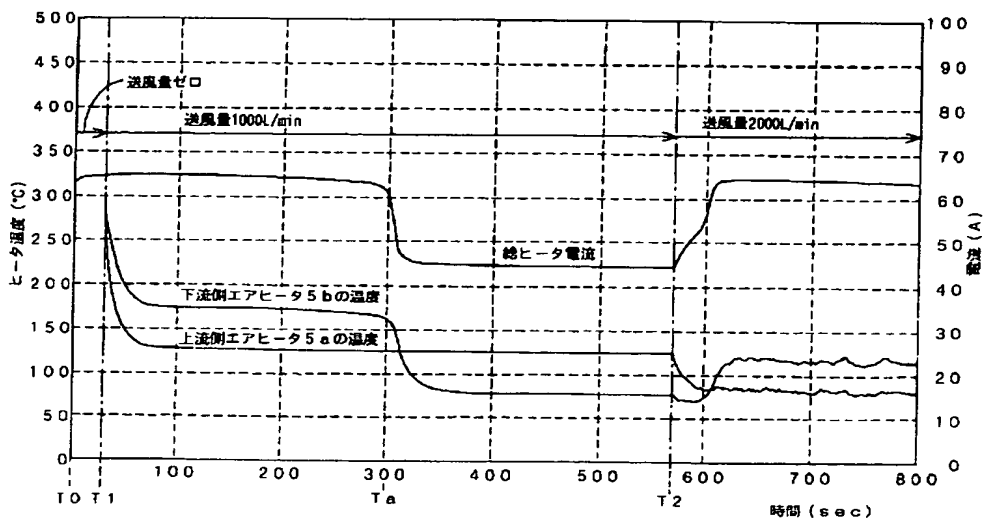
【図1】



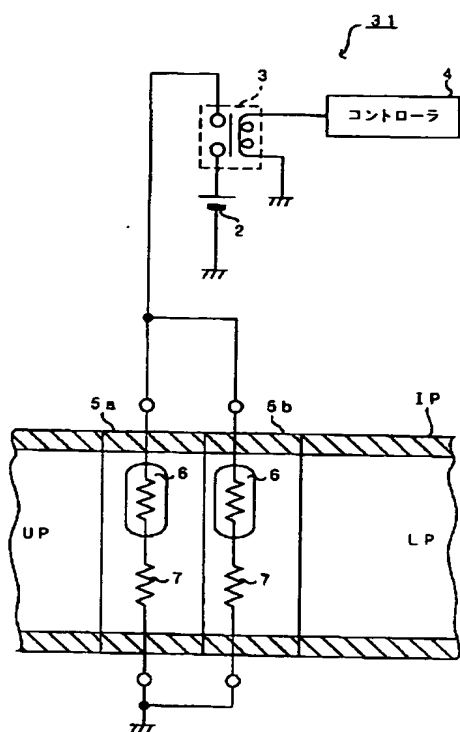
【図2】



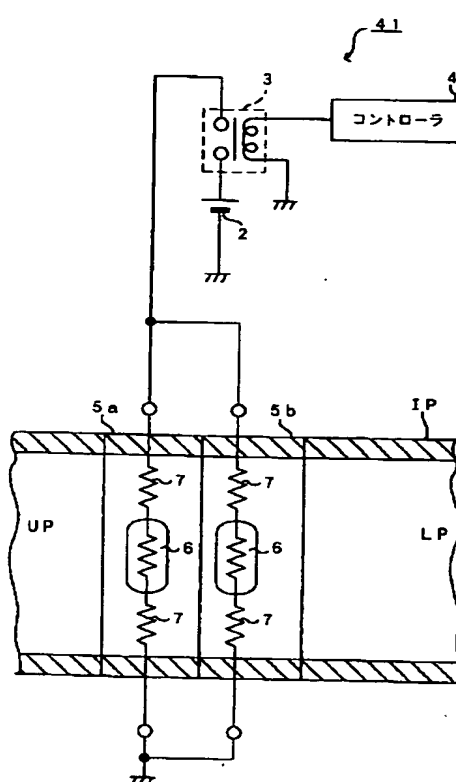
【図3】



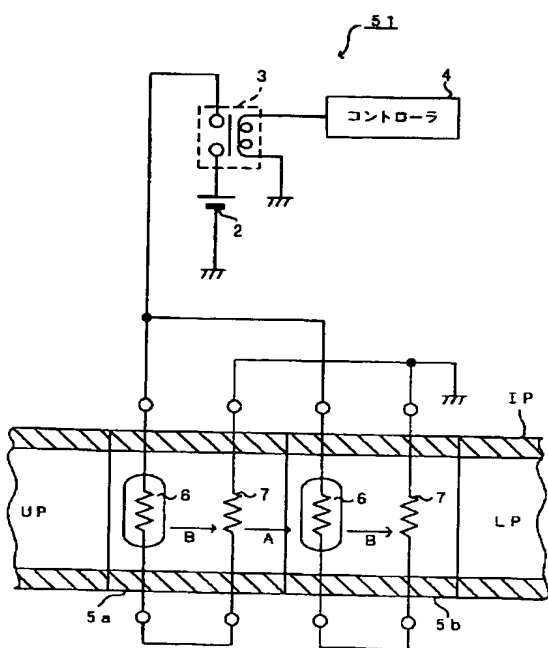
【図4】



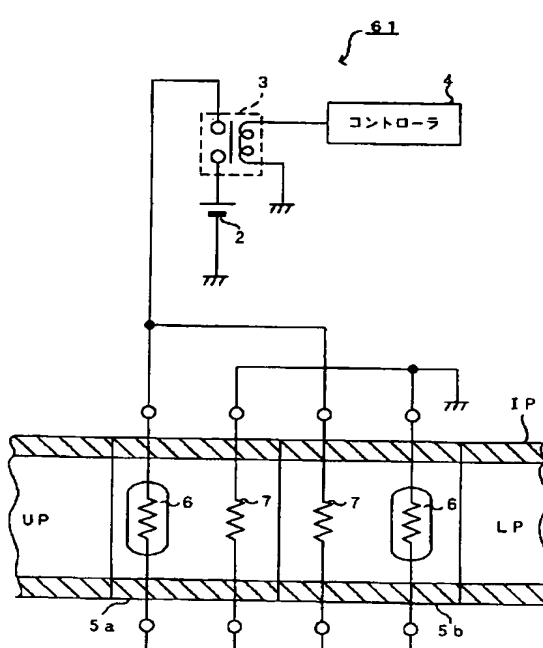
【図5】



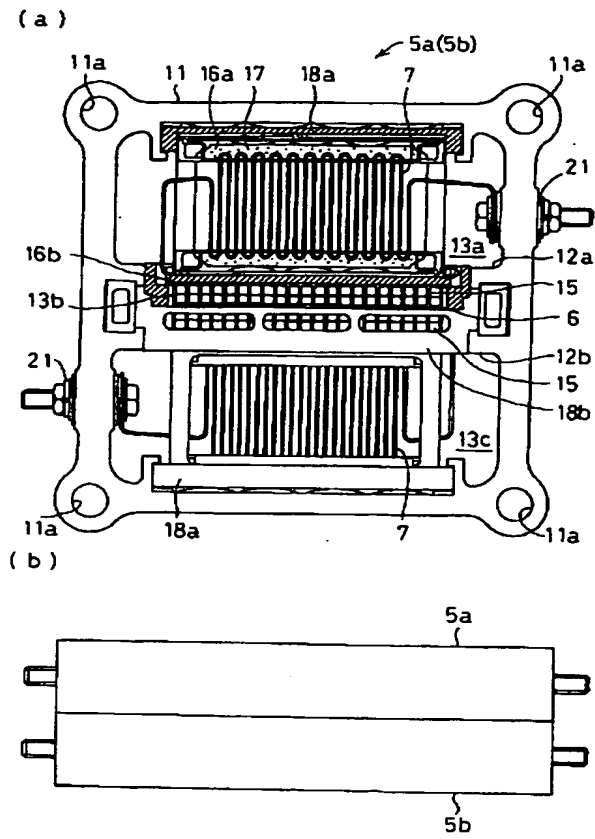
【図7】



【図9】



【図6】



【図8】

